

Virtual Reality, Innovation and Linking in the Training of Engineers for the Sustainable management of Water

E. Toriz G¹, Profesora Investigadora. A.D. García G². M. Aparicio P³, Presidente.

¹ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. México. etoriz@tec.mx.

² Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. México. garcia.andres@tec.mx.

³ Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable. SICEDES. México. marceapario4@gmail.com

Abstract– Water is at the epicenter of sustainable development, it is fundamental for socioeconomic development, energy, food production, healthy ecosystems and the survival of humans. According to the World Health Organization (WHO) 1.8 billion people are supplied by feces-contaminated water sources. In Mexico, inorganic arsenic is present in the vital liquid destined for human consumption, in crops, food, as well as in the groundwater of the national territory. World water demand, due to population indexes, has increased 55% between 2000 and 2050. By then, it calculates that more than 40% of the population may be in conditions of scarcity. According to the World Bank, 50,000 million m³ are lost due to leaks. Water is a matter of rights and one of the great challenges is to guarantee its effective availability (frequency of supply) and quality (potable) in homes in rural and indigenous communities. In order to strengthen the competences and fructify the potential of engineering students, the Tecnológico de Monterrey promotes the use of new technologies for the construction of innovative solutions to this problem, as well as the link with vulnerable communities and the government, through the implementation of these proposals. The results demonstrate the development of disciplinary and transversal competences with the methodology proposed in this research.

Keywords: Sustainable water management, Virtual reality, Sustainable development, Engineer Training, Improvements in learning.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.527>
ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

REALIDAD VIRTUAL, INNOVACIÓN Y VINCULACIÓN EN LA FORMACIÓN DE INGENIEROS PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DEL AGUA

E. Toriz G¹, Profesora Investigadora. A.D. García G². M. Aparicio P³, Presidente.

¹ Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. México. etoriz@tec.mx.

² Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Campus Estado de México. México. garcia.andres@tec.mx.

³ Sociedad Interactiva de Capacitación y Educación para el Desarrollo Sustentable. SICEDES. México. marceapario4@gmail.com

Resumen– El agua está en el epicentro del desarrollo sostenible, es fundamental para el desarrollo socioeconómico, la energía, la producción de alimentos, los ecosistemas saludables y la supervivencia de los humanos. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) 1,800 millones de personas se abastecen de fuentes de agua contaminadas por heces. En México, el arsénico inorgánico está presente en el líquido vital destinado al consumo humano, en los cultivos, los alimentos, así como en las aguas subterráneas del territorio nacional. La demanda mundial de agua, por los índices poblacionales, ha aumentado 55% entre los años 2000 y 2050. Para entonces, calcula que más del 40% de la población puede estar en condiciones de escasez. Conforme al Banco Mundial, se pierden 50,000 millones de m³ por fugas. El agua es cuestión de derechos y uno de los grandes retos es garantizar su disponibilidad efectiva (frecuencia de suministro) y calidad (potable) en viviendas de comunidades rurales e indígenas. Para fortalecer las competencias y fructificar el potencial de los estudiantes de ingeniería, en el Tecnológico de Monterrey se promueve el uso de nuevas tecnologías para la construcción de propuestas innovadoras de solución a esta problemática, así como la vinculación con comunidades vulnerables y el gobierno, mediante la puesta en marcha de dichas propuestas. Los resultados demuestran el desarrollo de competencias disciplinares y transversales con la metodología propuesta en esta investigación.

Palabras Clave-- Agua, Realidad Virtual, Desarrollo Sostenible, Formación de Ingenieros, Mejoras en el aprendizaje.

Abstract– Water is at the epicenter of sustainable development, it is fundamental for socioeconomic development, energy, food production, healthy ecosystems and the survival of humans. According to the World Health Organization (WHO) 1.8 billion people are supplied by feces-contaminated water sources. In Mexico, inorganic arsenic is present in the vital liquid destined for human consumption, in crops, food, as well as in the groundwater of the national territory. World water demand, due to population indexes, has increased 55% between 2000 and 2050. By then, it calculates that more than 40% of the population may be in conditions of scarcity. According to the World Bank, 50,000 million m³ are lost due to leaks. Water is a matter of rights and one of the great challenges is to guarantee its effective availability (frequency of supply) and quality (potable) in homes in rural and indigenous communities.

In order to strengthen the competences and fructify the potential of engineering students, the Tecnológico de Monterrey promotes the use of new technologies for the construction of innovative solutions to this problem, as well as the link with vulnerable communities and the government, through the implementation of these proposals. The results demonstrate the development of disciplinary and transversal competences with the methodology proposed in this research.

Key Words-- Water, Virtual Reality, Sustainable Development, Engineer Training, Learning improvements.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los hitos recientes más importantes ha sido el reconocimiento por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas del derecho humano al agua y al saneamiento en julio de 2010. La Asamblea reconoció el derecho de todos los seres humanos a tener acceso a una cantidad de agua suficiente para el uso doméstico y personal (entre 50 y 100 litros de agua por persona y día) y que sea segura, aceptable y asequible (el coste del agua no debería superar el 3% de los ingresos del hogar), y accesible físicamente (la fuente debe estar a menos de 1.000 metros del hogar y su recogida no debería superar los 30 minutos). Sin embargo, a pesar de ser reconocido como un derecho y un recurso clave en el desarrollo sostenible, la salud, la educación, el crecimiento económico y el medio ambiente, la Organización Mundial de Salud (OMS) señala que la escasez de agua afecta a cuatro de cada diez personas a nivel internacional.

Es decir, la escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes. Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando estas tendencias. Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente para 2050.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.527>

ISBN: 978-958-52071-4-1 ISSN: 2414-6390

18th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Engineering, Integration, and Alliances for a Sustainable Development” “Hemispheric Cooperation for Competitiveness and Prosperity on a Knowledge-Based Economy”, July 27-31, 2020, Virtual Edition.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene.

En 2015, al revisar el cumplimiento de las metas de los Objetivos Desarrollo del Milenio de la ONU, se encontró que 4.500 millones de personas carecían de servicios de saneamiento administrados de manera segura (con excrementos adecuadamente dispuestos o tratados) y 2.300 millones carecían incluso de saneamiento básico. El 71% de la población mundial, 5.200 millones de personas, tenía agua potable administrada de manera segura en 2015, pero 844 millones de personas aún carecían incluso de agua potable básica. El 39% de la población mundial, 2,9 mil millones de personas, tenía saneamiento seguro en 2015, pero 2,3 mil millones de personas aún carecían de saneamiento básico. 892 millones de personas practicaron la defecación al aire libre.

Las Naciones Unidas desde hace tiempo abordan la crisis mundial derivada de un abastecimiento de agua insuficiente y la creciente demanda de agua para satisfacer las necesidades humanas, comerciales y agrícolas. La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua (1977), el Decenio Internacional del Agua Potable y del Saneamiento Ambiental (1981-1990), la Conferencia internacional sobre el agua y el medio ambiente (1992) y la Cumbre para la Tierra (1992) se centraron en este recurso vital. El Decenio Internacional de Acción "Agua para la Vida" 2005-2015 contribuyó a que alrededor de 1,3 billones de personas en los países en desarrollo obtuvieran acceso al agua potable e impulsó el progreso en materia de saneamiento [1].

Los últimos acuerdos clave incluyen la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030, la Agenda de Acción de Addis Abeba 2015 sobre la Financiación para el Desarrollo, y el Acuerdo de París 2015 dentro del Marco de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

El 80% de las aguas residuales se vierte en vías fluviales sin un tratamiento adecuado. El estrés hídrico afecta a más de 2 mil millones de personas, y se proyecta que esta cifra va a aumentar. El 80% de los países ha sentado las bases para la gestión integrada de los recursos hídricos. El mundo ha perdido el 70% de sus zonas húmedas naturales en el último siglo (ONU, 2019).

En México la tradición hidráulica se remonta a la época prehispánica, donde la relación con el agua se asocia al orden religioso y a los quehaceres cotidianos de sus pueblos. La íntima relación entre desarrollo socioeconómico y la obra hidráulica se identifica plenamente en las culturas del Anáhuac, con acueductos, sistemas de riego, chinampas y el complejo hidráulico de la gran Tenochtitlán para el control de avenidas y la navegación.

A las obras hidráulicas de la Conquista, para asegurar el abasto a la ciudad, siguieron las del Virreinato que permitieron

el establecimiento de ciudades mineras, emporios agrícolas y puertos. En la independencia, la labor hidráulica cobró nuevo auge [2].

Al término de la Revolución Mexicana, los gobiernos adoptaron en forma benéfica los recursos hídricos, bajo los principios rectores de la Constitución de 1917, se promulgó la Ley de Aguas de Riego de 1926 y se creó, la Comisión Nacional de Irrigación (CNI). 1980 es el inicio de la Gestión Ambiental y el origen de la actual visión gubernamental en la gestión hídrica. En 1988 se crea la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), instrumento de operación de la política ambiental hasta nuestros días. En 1989 se crea la Comisión Nacional del Agua CONAGUA [3], única autoridad federal para el manejo de problemas y conflictos relacionados con el agua en nuestro país.

No obstante, en la actualidad, el futuro de uno de los recursos más esenciales a la vida está siendo determinado por personas e instituciones que lucran con su explotación y uso excesivo. Un grupo reducido de multinacionales acaparan el control de los servicios públicos de abastecimiento de agua en países en desarrollo con intenciones clarísimas: manejar el agua como cualquier mercancía, y su uso conformado por los principios que rigen el mercado. Los gobiernos están renunciando al control de las aguas que les compete administrar mediante su participación en acuerdos comerciales como los Tratados de Libre Comercio respaldados por la Organización Mundial del Comercio (OMC). Estas instituciones mundiales otorgan a las grandes multinacionales un acceso sin precedente al agua en los países signatarios.

Organizaciones dedicadas a la investigación y al medio ambiente, como: Worldwatch Institute, World Resources Institute y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, llevan años dando el grito de alarma: Si el consumo de agua sigue incrementándose, los resultados serán devastadores para la tierra y sus habitantes.

En México a pesar de la crisis, el sector hídrico ha venido evolucionando buscando un manejo integral del agua, gracias a la modificación del marco jurídico, del organismo público regulador federal y de una mayor planeación participativa de los usuarios. La Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México (GIRHM), busca aplicar un esquema inédito en el uso y manejo del agua, soportado por dos pilares fundamentales: Ley de Aguas Nacionales publicada en 1992, reformulada en abril de 1994 y la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) [3] como organismo público federal con carácter técnico, administrativo, normativo, consultivo, controlador y protector en relación al dominio público del agua.

La GIRHM, se ha planteado ante la problemática de escasez, calidad y saneamiento del agua, lo cual tiene una relación muy estrecha con la pobreza tal y como se indica en los Objetivos del Desarrollo Sustentable de la ONU, en donde además se establece que: 2,1 billones de personas carecen de acceso a servicios de agua potable gestionados de manera segura (OMS/UNICEF 2017); 4,5 billones de personas

carecen de servicios de saneamiento gestionados de forma segura (OMS/UNICEF 2017) 340 000 niños menores de cinco años mueren cada año por enfermedades diarreicas (OMS/UNICEF 2017); La escasez de agua ya afecta a cuatro de cada 10 personas (OMS); El 90% de los desastres naturales están relacionados con el agua (UNISDR); El 80% de las aguas residuales retornan al ecosistema sin ser tratadas o reutilizadas (UNESCO, 2017); Alrededor de dos tercios de los ríos transfronterizos del mundo no tienen un marco de gestión cooperativa (SIWI); La agricultura representa el 70% de la extracción mundial de agua (FAO); Aproximadamente el 75% de todas las extracciones de agua industrial se utilizan para la producción de energía (UNESCO, 2017).

Para mejorar es menester considerar que los recursos de la Tierra son finitos, debido a que no le damos oportunidad de completar sus ciclos naturales, cuando ya estamos demandando más recursos, este sistema está en crisis [4].

En México el abastecimiento de agua potable y asequible, es uno de los problemas más urgentes por solucionar. Históricamente el agua ha desempeñado un papel crucial en el desarrollo regional y nacional. El uso expansivo del agua en irrigación, ciudades e industria se ha basado en el desarrollo de una infraestructura hidráulica. Sin embargo, el crecimiento de la población y la urbanización han incrementado el número en las demandas de agua, por lo que han surgido conflictos entre los usuarios urbanos y rurales, entre ciudades vecinas y, de manera más frecuente, entre los estados y las regiones vecinas.

El agua destinada al abastecimiento público no ha logrado la cobertura deseada en el país, no toda la población tiene agua o no dispone de ella diariamente. Resultados del INEGI en 2015 indican que de un total de 29.048.251 hogares: 21.2 millones recibía agua diariamente, 4.4 millones cada tercer día, 1.6 millones dos veces por semana, 1.08 millones una vez a la semana. El abastecimiento afronta diferentes problemáticas que van desde la sobreexplotación de los mantos acuíferos, problemas en la red de distribución del agua, la contaminación y la falta de un control sobre las concesiones, incluyendo la parte agrícola.

A grandes problemas, grandes soluciones. Lo que está caracterizando a nuestra era geológica también denominada Antropoceno, el boom tecnológico, así, las tecnologías emergentes [5] tienden a convertirse en la medicina para esta problemática. En ese sentido, los estudiantes del Tecnológico de Monterrey trabajan un proyecto, durante todo su curso, destinado a construir propuestas con soluciones a la problemática del agua aplicando diversas tecnologías.

Los conceptos de Realidad Aumentada y Realidad Virtual están siendo utilizados cada vez más en el campo de la educación, como puede verificarse en el prestigioso Informe Horizon [6] donde se registran las tendencias educativas de mayor relevancia en el futuro próximo a nivel mundial. Dicho informe señala que ambas tecnologías serán claves en el futuro de la educación, con un crecimiento exponencial. La Realidad

Aumentada pasó de ser un término de moda entre geeks de la tecnología al colarse en las conversaciones de todo el planeta. [7].

La Realidad Virtual supone la inmersión en la simulación digital de un mundo en el que el usuario puede manipular los objetos e interactuar con el ambiente, Ivan Sutherland define el concepto en un artículo periodístico con el título de “The Ultimate Display” (“La última pantalla”), aunque quien popularizó el término fue Jaron Lanier. En 2016, las grandes compañías de la tecnología lanzaron al mercado sus diferentes dispositivos de Realidad Virtual: Facebook rediseñó el casco Oculus Rift, Google apostó por Daydream como plataforma de RV para smartphones y Sony lanzó la PlayStation VR con sus lentes de RV. Aunque la implementación de estas tendencias es muy reciente dentro del sistema educativo, se ha comprobado los efectos positivos en el aprendizaje [8].

En Geolocalización, el uso de la RV simplifica y automatiza tareas comunes, permite la utilización de entornos digitales que se emplean para el entrenamiento en actividades complejas o peligrosas y para la supervisión de procesos y operaciones de centros de control (como la gestión de infraestructuras).

En el contexto del Tecnológico de Monterrey convencidos de que *“se está viviendo un cambio en nuestro planeta que avanza a un ritmo exponencial, en lo que muchos han llamado la **Revolución 4.0**”*, el uso de RV ofrece a los estudiantes la posibilidad de vivir momentos que mejoran la experiencia de la formación, a través del acercamiento a una serie de información actualizada, utilizando elementos digitales que facilitan la interacción con situaciones que se caracterizan por ser de difícil acceso en contextos reales lo que resulta en potenciar las habilidades de las generaciones actuales -nativos digitales- y mejorar el desarrollo de las competencias que les son requeridas a los egresados en el campo laboral, a través de experiencias retadoras en espacios educativos de alto interés y que requieren de mucha interacción. Por tal motivo, en la institución, las tecnologías inmersivas brindan un gran potencial para explotarlas y genera la expectativa de tener impacto en los estudiantes en un momento en el cual aún se puede propiciar el factor de asombro en los jóvenes [9].

El Modelo educativo TEC21 [10] aplicado en la actualidad, posee la filosofía de otorgar una **educación que no solo prepare para el trabajo, sino para la vida** y de manera **continua**, está basado en la solución de retos y el desarrollo del pensamiento crítico que contiene diferenciadores, atributos indispensables para en cumplimiento de la **visión 2030: “Liderazgo, innovación y emprendimiento para el florecimiento humano”** [11].

Un diferenciador muy importante es la **vinculación** de los estudiantes con los sectores de la sociedad civil, gubernamental, empresarial y educativo, con el propósito de exponer al alumno a problemas reales, y así, vigorizar su formación integral ética, colaborativa y de hipoteca social a

través del currículo y de las actividades co-curriculares, lo cual busca formar líderes con ideas innovadoras y de transformación que ayuden a fomentar el desarrollo de las organizaciones al generar valor compartido para el bienestar de la sociedad [12].

La *innovación* es un valor institucional del Tecnológico de Monterrey, que consiste en generar ideas y hacerlas realidad; romper paradigmas; asumir riesgos y aprender de los errores. Implica también crear oportunidades y actuar como entes generadores de cambios.

Conscientes de la gran problemática que representa el manejo sustentable del agua, en el Tecnológico de Monterrey se está trabajando en un proyecto centrado en la persona, para generar agentes de cambio que se sumen a enfrentar el gran reto que significa revertir la escasez de agua, para lo cual se están utilizando tecnologías emergentes, como la Realidad Virtual (RV) y la Realidad Aumentada (RA), el internet de las cosas (IoT), energías renovables e inteligencia artificial.

Tecnologías que ofrecen diferentes maneras de combinar el mundo digital con la realidad en varios niveles de inmersión [13].

En un mundo en el que la combinación de lo virtual y lo real es cada día más inminente, la geolocalización, la telefonía móvil y el juego, son conceptos y tecnologías que imprescindiblemente deben ser abordados en las instituciones para optimizar el aprendizaje

Sin embargo, la novedad que supone la utilización de las tecnologías emergentes [14], en la educación, genera expectativas que deben ser confirmadas y cuestionadas en la práctica por lo que en este trabajo de investigación se muestran los resultados de aplicar la Realidad Virtual con el objetivo de: “Formar en cada ingeniero de la institución una persona con consciencia en el cuidado del agua y capaz de proponer soluciones ante los desafíos del vital líquido mediante la aplicación de tecnologías en la generación de productos a entregar en comunidades para generar un efecto multiplicador en cada comunitario respecto al manejo sustentable del agua”.

Surgiendo las siguientes preguntas de investigación; ¿a través de la realización de un proyecto es posible despertar el interés del 100 % de los estudiantes de ingeniería?; ¿mediante el uso de la RV es posible generar la consciencia ambiental necesaria para solucionar el gran problema que representa la escasez de agua potable?; ¿es posible desarrollar competencias disciplinares y transversales al complementar con el uso de las tecnologías de la llamada cuarta revolución industrial el aprendizaje de los estudiantes de ingeniería?; ¿es posible inducir sus acciones a favor del desarrollo sostenible?; ¿Es posible generar un cambio de actitud hacia los hábitos de uso del agua?; ¿Es posible conectar a los estudiantes en la búsqueda de obtener una visión más completa de la situación del agua?

Con respecto a las mejoras en el aprendizaje, se presentan los resultados obtenidos al evaluar los conocimientos

adquiridos, así como las competencias disciplinares y transversales como el trabajo en equipo.

II. METODOLOGÍA

A. Hipótesis

Si se incorpora la técnica Realidad Virtual al proceso de formación de los estudiantes de ingeniería es posible que el participante, al estar especialmente inmerso en el entorno de aprendizaje, genere mayor consciencia orientada hacia el cuidado del agua y sea capaz de proponer soluciones ante los desafíos que representa el manejo sustentable del vital líquido.

B. Diseño

1) Investigación documental.

*Bibliográfica.

*Hemerográfica.

*Consulta en revistas especializadas, en medios electrónicos y con especialistas.

*Antecedentes sobre el tema de investigación.

2) Selección de las referencias.

Seleccionar los grupos de estudio (grupo control y grupo de investigación).

3) Investigar el contexto (evaluación diagnóstica)

4) Implementación de las herramientas a evaluar Técnica didáctica inmersiva Realidad Virtual.

5) Aplicación de Rúbricas de Evaluación

6) Obtención de resultados.

7) Análisis de los resultados mediante el software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS).

7) Conclusiones.

C. Definición de la muestra.

Por cada semestre un grupo de 64 estudiantes aplicaron el Modelo obtenido y un grupo de 32 estudiantes se utilizó como control. Los resultados reportados en este trabajo, se obtuvieron a lo largo de 4 semestres del total de estudiantes que cursan la asignatura en estudio Cambio Climático y Uso de Energía.

La muestra total es de 384 estudiantes. 256 que aplicaron el modelo y 128 que actuaron como control.

Instrumentos de medición.

Quizzes para evaluación diagnóstica y evaluación final, construcción y presentación de proyectos.

Encuestas tipo Likert. Focus groups. Rúbricas de evaluación, recopilación de evidencias para evaluar el cambio de actitud y el trabajo colaborativo. Análisis estadístico SPSS. Coeficiente de consistencia interna Alfa de Cronbach.

E. Procedimiento

- 1) Aplicar elementos narrativos que proporcionan motivación inicial y a largo plazo.
- 2) Generar espacios de debate participativos para seleccionar los contenidos orientados a la temática de la asignatura e identificar los escenarios que se desea observar mediante la realidad virtual, usando objetos del mundo real.
- 3) Diseñar los recursos educativos provistos de la tecnología Realidad Virtual mediante la herramienta Unity 3D y el entorno de desarrollo (SDK) Google VR.
- 4) Instalar la aplicación desarrollada en los dispositivos móviles para aplicarla en los salones Media Scape LearnLab (MSLL).
- 5) Realizar la dinámica en equipo para fomentar el trabajo colaborativo.
- 6) Realizar evaluación diagnóstica.
- 7) Mostrar el problema de manejo de agua.
- 8) Proponer las soluciones respectivas.
- 9) Evaluar las soluciones propuestas
- 10) Llevar a cabo la evaluación de los resultados de aprendizaje mediante test, Quizzes para las evaluaciones diagnóstica y final.
- 11) Aplicar Encuestas tipo Likert. Focus groups, Rúbricas de evaluación y recopilación de evidencias para evaluar el cambio de actitud y el grado de satisfacción del alumno.
- 12) Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.
- 13) Evaluar los resultados con base a los instrumentos de medición descritos en el punto D.
- 14) Realizar el estudio estadístico mediante el software SPSS.
- 15) Comparar los resultados obtenidos con los grupos de investigación vs el grupo de control.
- 16) Actualmente se está trabajando con el Modelo de Ecuaciones Estructurales para establecer las relaciones entre las variables dependientes e independientes que miden los caracteres de trabajo en equipo.

III. RESULTADOS

De acuerdo con los resultados obtenidos, la Realidad Virtual incrementa el nivel de aprendizaje de los estudiantes debido al interés que genera esta tecnología.

Los alumnos son capaces de proponer soluciones a los desafíos del agua, de tomar decisiones en favor del uso sustentable del vital líquido. Están más conscientes acerca de las consecuencias de las actividades antropogénicas sobre el cambio climático y los efectos que tiene en la escasez de agua.

RV aísla al usuario de la realidad para sumergirse a través de un dispositivo en un universo sensorial completamente digital otorgando poderosas fuentes de conocimiento y entornos de aprendizaje que, inevitablemente, desplazan al profesor como el protagonista, facilitan la sensación de vivir una experiencia innovadora, de alto impacto sensorial, que genera curiosidad y que resulta especialmente atractiva para generaciones que han crecido en entornos cada vez más dominados por la tecnología digital, como puede observarse en la Figura 1.



Figura 1. Espacio educativo. Realidad Virtual aplicada en el Salón Media Scape Learn Lab.

Se han obtenido muy buenos resultados. Las calificaciones de los test, quizzes y en general las evaluaciones presentan una clara mejoría comparados con los de la misma asignatura que se enseña por el método tradicional, lo cual puede observarse en la Tabla 1.

TABLA 1. CALIFICACIONES PROMEDIO OBTENIDAS DURANTE TODO EL ESTUDIO APLICANDO LAS METODOLOGÍAS TRADICIONAL Y REALIDAD VIRTUAL (RV).

Semestre/ Metodología Enero2018-Diciembre 2019	% de alumnos aprobados	Calificación +/- D.S
Tradicional	55	75 +/- 1.8
RV/ Media Scape LearnLab	95	90 +/- 1.1

La motivación de los alumnos se refleja en su evaluación final comparada con la de los estudiantes del grupo control, quienes al contestar una encuesta expresaron que este tipo de tecnología educativa facilita y motiva el aprendizaje.

Los participantes centran totalmente su atención en los contenidos de aprendizaje, sus semblantes lucen relajados y sonrientes haciendo la clase dinámica y divertida.

Los resultados obtenidos validan a la Realidad Virtual como una excelente opción para mejorar las habilidades y conocimientos prácticos de los alumnos.

El 95% comentó que esta herramienta es un gran apoyo académico. El 91% expresa que les ayudó a mejorar su rendimiento académico. El 87% comentó que esta metodología le ayudó a ser más consciente de los desafíos del agua y mostró su disposición a manejarla sustentablemente.

Con respecto a los resultados que muestran el cambio de actitud, se puede observar en la Tabla 2, que un 93 % de estudiantes trabajaron con realidad virtual, han realizado proyectos innovadores y de mayor calidad para aplicar en las comunidades vulnerables.

Mientras que los estudiantes que trabajan con la metodología tradicional, solamente un 39 % se esforzó por realizar trabajos innovadores.

Adicionalmente se puede compartir a los lectores de esta investigación, que la clase es mucho más participativa y productiva. El nivel de comprensión alcanzado es muy superior.

TABLA 2.
CAMBIO DE ACTITUD. REALIDAD VIRTUAL VS
METODOLOGÍA TRADICIONAL.

Semestre / Metodología Enero2018-Diciembre 2019	Cambio de actitud %
Tradicional	39
Realidad Aumentada/ Media Scape LearnLab	93

Los resultados obtenidos en estos grupos demuestran que cuando se realiza el esfuerzo para aplicar herramientas metodológicas diferentes a las tradicionalmente conocidas, se mejoran los resultados medios de aprendizaje de la clase en los exámenes en una magnitud similar en una desviación estándar, tanto en pruebas de test como en preguntas de respuesta escrita.

Adicionalmente se puede compartir a los lectores de esta investigación, que la clase es mucho más participativa y productiva. El nivel de comprensión alcanzado es muy superior.

Indudablemente los conocimientos adquiridos otorgan seguridad y confianza,

IV. CONCLUSIONES.

El manejo sustentable del agua es uno de los grandes retos ambientales para la civilización. Es necesario generar un cambio de mentalidad, de hábitos y de valores.

La implementación de soluciones y alternativas posibles requiere de una acción conjunta y coordinada de todos los actores involucrados, en el mediano y largo plazos. Una condición inicial es comprender los alcances y límites de lo que se puede hacer a nivel individual y comunitario, para participar y aportar soluciones.

Alcanzar la seguridad hídrica constituye un problema fundamental de desarrollo, que es influenciado por la variabilidad climática, por lo que el manejo sostenible del agua debe ser una acción prioritaria para la adaptación al cambio climático.

El uso de tecnologías eficientes para el uso sustentable del agua, es fundamental para la adaptación al cambio climático y para lograr la seguridad alimentaria.

Las grandes transformaciones son impulsadas por la fuerza de las acciones ciudadanas, por lo que es posible incidir en el rumbo que toman las empresas, gobiernos y sus instituciones, promoviendo una relación más positiva con los ecosistemas y otras comunidades humanas, como las comunidades campesinas y de pequeños productores. Estos cambios modificarán notablemente el manejo del agua.

Mediante el uso de la RV es posible generar la conciencia ambiental necesaria para solucionar el gran problema que representan los desafíos del agua. Se logró un cambio de actitud en el 93 % de los estudiantes de ingeniería participantes.

En un gran porcentaje los estudiantes saben los desafíos del agua.

El objetivo de este trabajo de investigación se cumple; la medida del cambio de actitud muestra la generación de conciencia ambiental para manejar sustentablemente el agua y expandirlo a las comunidades.

Es necesario estar conscientes de que el logro de la conciencia conlleva un esfuerzo titánico y que debe estarse cultivando o puede decaer prontamente, por lo que se está trabajando con otras tecnologías emergentes como el internet de las cosas y la inteligencia artificial para lograr el manejo sustentable del agua.

Se ha cambiado la forma de impartir la asignatura Cambio Climático y Uso de Energía, al abandonar el diseño tradicional centrado en los contenidos por el de adquirir conocimientos mediante actividades interesantes y divertidas utilizando la Realidad Virtual, lo que permite mejores resultados de aprendizaje, potencializar habilidades y desarrollo de competencias.

Los instrumentos de evaluación indican que los estudiantes presentan un cúmulo mayor de conocimientos que les permite tomar mejores decisiones a favor del desarrollo sostenible, lo que conlleva a una mejor calidad de vida de la comunidad global.

Los estudiantes muestran un mejor trabajo colaborativo. Se sigue trabajando con el Modelo de Ecuaciones Estructurales para establecer las relaciones entre las variables dependientes e independientes que miden los caracteres del trabajo colaborativo.

REFERENCES

- [1] ONU-Habitat (2009). Por un mejor futuro urbano. Río de Janeiro: ONU-Habitat. Recuperado de: www.onuhabitat.org/index.php?option=com_docman&task=doc_details&gid=199&Itemid=6
- [2] Helmholtz Centre for Environmental Research (2010). White Paper for the 1st Water Research Horizon Conference “New Initiatives in Water Research 2010”. Berlin, Priority Research Fields..
- [3] CONAGUA (2018). Agenda del Agua 2030. México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- [4] Macarthur Foundation. (08 de Julio de 2013). The circular economy. Retrieved October 4, 2014 from Ellen Macarthur Foundation.
- [5] Madrigal, M.M., Hernández, L.A., López, G. y Merla, A.E. (2017). Incursión de tecnologías emergentes en una escuela pública de Negocios de México. Edmetec, 6 (1), pp. 124-144.
- [6] Horizon Report (2016). NMC Horizon Report: Edición Educación Superior 2016. Recuperado de: <http://www.aprendevirtual.org/centro-documentacion-pdf/2016-nmc-horizon-report-HE-ES.pdf>.
- [7] Marín, V. (2017). La emergencia de la Realidad Aumentada en la educación. Revista Edmetec, 6 (1), pp.
- [8] Hanson, K. & Shelton, B. E. (2018). Design and Development of Virtual Reality: Analysis of Challenges Faced by Educators. Educational Technology & Society, 11 (1), 118-131.
- [9] Edu Trends. Realidad Aumentada y Realidad Virtual. Observatorio de Innovación Educativa del Tecnológico de Monterrey (Diciembre de 2017).
- [10] Modelo Educativo TEC21. D.R.©, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Av. Eugenio Garza Sada Sur No. 2501, C.P. 64849, Monterrey, N.L. 2016.
- [11] ITESM (2020). Modelo de Programas Formativos de Profesional. Recuperado de: https://miespacio.itesm.mx/sites/planestrategico2020/Paginas/documentos/Modelo_de_Programas_Formativos_de_Profesional.pdf
- [12] Richar Foster, Sarah Kaplan. (2011). En Creative Destruction: Why Companies That Are Built to Last Underperform the Market--And How to Successfully Transform Them.
- [13] Martín-Gutiérrez, J., Saorín, J.L., Contero, M. Acañiz, M., Pérez-López, D.C. y Ortega. M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. Computers & Graphics, 34 (1), pp. 77-91.
- [14] Cózar, R., del Moya, M., Hernández, J.A., & Hernández, J.R. (2015). Tecnologías emergentes para la enseñanza de las ciencias sociales. Una experiencia con el uso de realidad aumentada en la formación inicial de maestros. Digital Education Review, 27, pp. 138-153.